

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-327964
(P2000-327964A)

(43) 公開日 平成12年11月28日 (2000. 11. 28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
C 0 9 D	11/00	C 0 9 D 11/00	2 C 0 5 6
B 4 1 J	2/01	B 4 1 M 5/00	E 2 H 0 8 6
B 4 1 M	5/00	C 1 1 D 3/02	4 H 0 0 3
C 1 1 D	3/02	7/50	4 J 0 3 9
	7/50	17/08	

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-136719

(22) 出願日 平成11年5月18日 (1999. 5. 18)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 中尾 恵一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

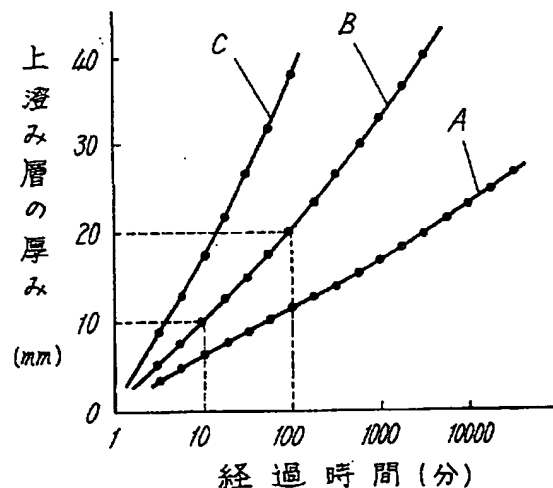
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子部品用電極インキおよびその製造方法、並びにインキジェット装置、インキジェット洗浄液
および電子部品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は安定して電子部品を製造できる電子部品用電極インキやその製造方法、インキジェット装置等を提供することを目的とする。

【解決手段】 沈殿しにくい電子部品用電極インキを提供することで、自然沈降しないため安定した印字が可能になり、また必要に応じて水溶性のインキを用いることで、厚みの20 μ m以下のセラミック生シートの上に直接印刷してもセラミック生シートを再溶解すること無く、高歩留まりで各種電子部品を製造することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉が水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下で粘度2ボイズ以下で分散され、かつ沈殿が10分で 10mm 以下もしくは100分間で 20mm 以下である電子部品用電極インキ。

【請求項2】 粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉と粒径 $10\mu\text{m}$ セラミック粉が水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散されてなる電子部品用電極インキ。

【請求項3】 $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉が金属酸化物と共に水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散されてなる電子部品用電極インキ。

【請求項4】 $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉が有機金属化合物と共に水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散されてなる電子部品用電極インキ。

【請求項5】 セラミック材料が表面に形成された $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉が水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散されてなる電子部品用電極インキ。

【請求項6】 $0.01\text{mm}\phi$ 以上 $10\text{mm}\phi$ 以下のビーズを用いて、金属粉をセラミック粉もしくは有機金属化合物もしくは他の添加物と共に水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散した後、フィルターでろ過する電子部品用電極インキの製造方法。

【請求項7】 圧力 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上 $3000\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下の圧力で、硬質材料でなる治具を金属粉が水もしくは有機溶剤と1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に混合させた状態で1回以上通過させた後、フィルターでろ過する電子部品用電極インキの製造方法。

【請求項8】 金属粉をセラミック粉もしくは有機金属化合物もしくは他の添加物と共に水もしくは有機溶剤と1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に混合させた状態で、1秒以上10時間以下で超音波分散した後、フィルターでろ過する電子部品用電極インキの製造方法。

【請求項9】 金属粉をセラミック粉もしくは有機金属化合物もしくは他の添加物と共に水もしくは有機溶剤と1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に混合させた状態で、 6rpm 以上 10000rpm 以下の高速回転治具により1分以上分散させた後、フィルターでろ過する電子部品用電極インキの製造方法。

【請求項10】 インキタンク中の粘度2ボイズ以下の電子部品用電極インキは、第1のチューブを介してインキジェット噴出部に送られた後、噴出されなかった余剰なインキは第2のチューブを介して前記インキタンクに

回収されるインキ循環機構を有する電子部品印刷用インキジェット装置。

【請求項11】 インキタンク中の粘度2ボイズ以下の電子部品用電極インキは、第1のチューブを介してフィルターでろ過された後インキジェット噴出部に送られ、噴出されなかった電子部品用電極インキは第2のチューブを介して前記インキタンクに回収されるインキ循環機構を有する電子部品印刷用インキジェット装置。

【請求項12】 洗浄液は第1のチューブを介してインキジェット噴出部に送られた後、電子部品印刷用インキジェット装置を洗浄し、前記電子部品印刷用インキジェット装置から噴出されなかった余剰な洗浄液は第2のチューブを介して回収されるインキ洗浄機構を有する電子部品印刷用インキジェット装置。

【請求項13】 水もしくは有機溶剤 100g に対して、洗剤、分散剤、キレート剤もしくはキレート樹脂が 0.01g 以上 200g 以下含まれたインキ洗浄液。

【請求項14】 請求項1から5記載の電子部品用電極インキを、セラミック生シートもしくはセラミック基板上にインキジェット装置を用いて所定パターンに形成した後、積層もしくは焼成した後、個片化し、外部電極を取付ける電子部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は各種電子機器に広く用いられている積層セラミックコンデンサ、LCフィルタ、複合高周波部品等のセラミック電子部品を主にインキジェットを用いて製造する際に用いる電子部品用電極インキおよびその製造方法、並びにインキジェット装置、インキジェット洗浄液および電子部品の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来よりセラミック電子部品はスクリーン印刷、グラビア印刷等の版を用いた印刷方法で製造されることが多かった。しかしこうした工法では大量生産に向いているが、近年の少量多品種の生産には小回りが利きにくい。そのため新しい印刷方法として、セラミック電子部品の製造にインキジェットを用いることが提案されていた。

【0003】まず、一般的なインキジェット用インキについて説明する。一般的なインキジェット用インキは染料タイプや顔料タイプであり、こうしたものは焼成によって揮散したり変質したりするため電極材料や誘電体材料、磁性材料として用いることは不可能であった。例えば、米国特許3,889,270号明細書では紙上の印刷用のインキジェット用インキが提案されている。米国特許4,150,997号明細書はインキジェット用水系の蛍光(Fluorescent)インキとその製造方法を提案しているが、こうしたものは着色用なので電子部品用には応用できない。米国特許4,894,092号明細書

は耐熱性顔料が提案されているが、こうしたものは着色用なので電子部品用には応用できない。また米国特許4,959,247号明細書ではエレクトロクロミック用コーティング及びその製造方法が紹介されているが、これらも電子部品用には応用できない。米国特許5,034,244号明細書では無機性セラミック顔料を用いたガラス用の耐熱パターン形成方法が紹介されているが、こうした顔料系インキでは電子部品は製造できない。

【0004】次にセラミック基材用の着色に用いるインキジェット用インキについて説明する。米国特許5,273,575号明細書はセラミック基材の着色用(例えば、黒、ブラウン、緑、Brilliant Blue等)に顔料の代わりに各種金属塩(Metallic salt)を溶剤に溶解して作成したインキジェット用インキを提案している。また米国特許5,407,474号明細書では無機系顔料の粒子径を限定したセラミック基材の着色用インキジェット用インキを提案している。また米国特許5,714,236号明細書は各種金属塩を酸素供給物質となる可燃性材料に混ぜて作成したセラミック基材の着色用インキを提案している。

【0005】しかしこうしたインキジェット用インキは、例えばセラミック電子部品のマーキング等の着色や印字は可能であっても、内部電極や誘電体、磁性体として用いることはできない。また特公平5-77474号公報や特開昭63-283981号公報ではキレートを用いたセラミック基材用の焼成型の加飾方法が提案されている。また特公平6-21255号公報ではシリコン樹脂と無機着色顔料と溶剤よりなる焼成型のマーキング用インキが提案されている。また特開平5-202326号公報は可溶性金属塩を用いたセラミック基材用マーキングインキが提案されている。また特開平5-262583号公報では可溶性金属液を溶解した酸性水溶液をセラミック基材の上に塗布した後、金属塩を中和するようにアルカリ水溶液を塗布した後、焼成するマーキング方法が提案されている。

【0006】また特開平7-330473号公報では金属イオン水溶液よりなるインキをセラミック基材上にインキジェットで所定形状に印刷し、焼成するマーキング方法が提案されている。また特開平8-127747号公報では金属顔料を入れたセラミック基材の着色用マーキングインキが提案されている。しかしこうしたセラミック着色用インキでは電子部品は製造できない。

【0007】次に電子部品等を製造する際に用いるエッチングレジストをインキジェット方法で作成する様子を説明する。米国特許5,567,328号明細書では回路基板を製造する際に、エッチングレジストとなるレジストパターンがインキジェット方法で作成することが提案されている。同様に特開昭60-175050号公報でも基材上の金属膜上にエッチングレジストとなるレジ

ストパターンがインキジェット方法で3次的に形成することが提案されている。しかしこうしたエッチングレジストを用いると電子部品の製造コストが上がる。以上のようにこうしたインキジェット方法やインキジェット用のインキでは、電子部品を安価に用いることはできなかった。

【0008】次にインキジェット方法により各種電子部品を製造しようとする提案について説明する。従来より電子部品の製造にインキジェット装置を用いることが提案されていた。特開昭58-50795号公報では未焼成のセラミック基板の上に導体や抵抗体をインキジェットによって作成する方法が提案されていた。この提案で説明するように従来のインキジェット法では基板上に電子回路を形成する場合、電子回路形成用のインキが基板上で流れ易くあるいは広がり易いという課題を解決すべく、被印刷体に未焼成セラミック生シートを用い、更にインキの前記セラミック生シートに先頭吸収され易い有機分散媒中に導電体あるいは抵抗体などの粉末を含むインキをインキジェットで形成し、得られた基板を焼成することにより所定の電子回路を形成するものである。

【0009】他にもインキジェットによる電子部品の製造方法が提案されている。例えば特開平8-222475号公報では厚膜用インクをインキジェット装置を用いて内部電極パターンに塗着し、積層、焼成する厚膜型電子部品の製造方法が提案されている。この場合、セラミック生シート表面に、導電性インキや抵抗膜用インキをインキジェット装置により所定のパターン形状に塗着されることになる。また特開昭59-82793号公報では印刷回路基板の所定接続位置に導電性接着剤や低温焼成用導体ペーストを、インキジェットの方法で形成することが提案されている。特開昭56-94719号公報では積層セラミックコンデンサにおける内部電極の厚みによる段差を解消するために、セラミックインクをスプレーにより吹きつけ、内部電極の逆パターンが製造できることが提案されている。同様に特開平9-219339号公報では積層セラミックコンデンサにおける内部電極の厚みによる段差を解消するために、セラミックインクをインキジェットによりセラミックグリーンシートの表面に付与することや、必要に応じて電極インキもインキジェットにより形成することが提案されている。

【0010】同提案では、キャリアフィルム上に形成された連続的に形成された長尺のセラミック生シートを内部電極付与ステーション、セラミックインキ付与ステーション、打ち抜きステーションと連続的に導きながら、積層セラミック電子部品を製造することになる。このように内部電極の厚みを吸収させるために、内部電極の印刷されたセラミック生シートの、前記内部電極の形成されていない部分(残余部分)に、セラミックインキを印刷することは、特開昭52-135051号公報等でも提案されている。

【0011】更に特開平9-232174号公報では、同様に導電ペーストや抵抗ペースト等の機能材料ペーストを、セラミックペーストと共にインクジェット方式で噴射し、積層インダクタ等の電子部品を製造することが提案されていた。またこうしたビアホールを用いない積層型インダクタの製造方法としては、米国特許4,322,698号明細書に互いにコイルパターンの一部が露出するように絶縁層を交互に形成しながら積層コイルを製造する方法が提案されている。また特開昭48-81057号公報ではセラミック生シートに形成されたビア穴を介してコイルを積層する方法が提案されている。

【0012】また、特開平2-65112号公報では、半導体コンデンサの製造時に素子表面にドーパント液をインクジェットで点滴状に必要量だけ均一に噴射させることでその特性を改善することが提案されている。この場合、金属のイオン化性塩類を溶解するために、エタノールやPH調整用の酸に溶解することでインクジェット用インキを作成している。このように電子部品形成用部材がインキ中に溶解されている場合は、インキ内に沈殿体や凝集体は発生しない。またセラミック表面に電子回路ではなくセラミック表面の着色や所定の画像を形成するものとしては、特開平7-330473号公報では金属イオン水溶液をインクジェットすることが、特開昭63-283981号公報では有機金属キレート化合物を用いることが、特公平5-69145号公報では水ガラスを添加することが、特公平6-21255号公報ではシリコーン樹脂を添加することが提案されている。しかし、こうした提案は、画像であり、本発明が提案するような電子回路を形成することはできない。

【0013】しかし、このように従来のインクジェットによる各種電子部品の製造方法では、製造方法は提案されていてもそれに実用になる電子部品用インキは提案されていなかった。これはこうした電子部品の製造に求められる金属等の粉末を含んだインキは、凝集しやすくインクジェット装置の噴出口を詰まらせやすいという課題があった。

【0014】次に、従来例として電子部品用電極インキ（積層セラミックコンデンサの内部電極用のNiスクリーンインキ）を酢酸ブチルで希釈し粘度を下げ、インクジェットインキとして使えるかどうか試した例について、図10を用いて説明する。図10はセラミック生シートの上に電極インキをインクジェットで噴射する様子を示す図である。

【0015】図10において、ベースフィルム1の上にはセラミック生シート2が形成されている。このセラミック生シート2は酢酸ブチルにブチラル樹脂を溶かし、ここにチタン酸バリウムを分散させ、更に可塑剤としてフタル酸系有機溶剤を添加し、塗工機でベースフィルム1の上に乾燥厚みが30 μ mになるように形成したものをを用いた。

【0016】また3はインクジェット装置であり、その先端に形成されたノズル4より内蔵された電極インキ5が必要に応じて噴出されてインキ小滴6を形成する。また噴出されたインキ小滴6は、セラミック生シート2の上に付着し、電極パターン7を形成する。矢印8はセラミック生シート2の内部に電極パターン7から溶剤成分がしみ込む様子を示す。このように、セラミック生シート2上に溶剤系の電極インキ5が付着した場合、電極パターン7に含まれる溶剤成分がセラミック生シート2にしみ込み、ショート原因になることが従来より特公平5-25381号公報等で指摘されている。また、9は電極インキ5内に発生した凝集体であり、こうした凝集体9は電極インキ5の中で沈殿しノズル4を詰まらせてしまう。

【0017】このようにインクジェット印刷用に電極インキ5を試作しても、インキ中の凝集体のためにノズル4が詰まるため、安定した印刷品質が得られないという課題があった。また市販されている電子部品用の電極インキもそのほとんどすべてが有機溶剤で希釈するタイプのため、厚み20 μ m以下のセラミック生シート2上に印刷すると、その溶剤成分がセラミック生シート2を溶解しショート等の不良発生原因になるという課題も指摘されていた。

【0018】従来より紙用のインキの場合こうした課題を解決するために、様々な提案が行われている。例えば特開平5-229140号公報では、無機顔料入りのインクジェット用インキをインキ供給室内で攪拌しながら印字用ヘッドへ送ることが提案されている。また特開昭57-70667号公報や特開昭53-61232号公報、特開昭56-19765号公報、特開昭60-110458号公報、特開平5-338195号公報等ではインキタンク内のインキをマグネチックスタラ等で攪拌する手法が提案されている。また特開平4-125161号公報や特開平5-263028号公報では金属フィルターを用いて加圧ろ過することが提案されているが、電子部品用インキの場合更に高精度なものが要求されるため、電子部品用に実用に耐えるものは無かった。本発明者らは、試みに市販のスクリーン印刷用の各種電子部品用インキを希釈等により粘度を下げ、更に金属フィルター等を用い、ろ過して、市販のインクジェット装置で印字することを試みたが、インキ中の金属粉やセラミック粉がすぐに沈殿してしまいインクジェット印刷することはできなかった。そこで沈殿防止のためにこのインキを攪拌しながら印字ヘッドへ送ったが、今度は印字ヘッド内でインキ中の粒子が沈殿し、ヘッドを詰まらせてしまった。このように電子部品用インキのような高濃度、低粘度、高密度のインクジェット用インキを安定して印字できるインクジェット装置は市販されていなかった。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】このように従来は染料

や金属塩を用いたインキは提案されていたが、沈殿や凝集体の発生しやすい電子部品用インキを安定して印字できる電子部品印刷用インキジェット装置は提案されていなかった。こうした電子部品用インキは、製造後に高精度なろ過設備でろ過したとしてもインキジェット装置内で沈殿したり再凝集したりする。そのため従来提案されていたインキジェット装置では、インキジェット用の印字ヘッドやインキ噴出口を詰めてしまいやすく安定した印刷が難しかった。また安定して印字できるインキジェット用の電子部品用インキは、着色等を目的とした染料や金属塩を用いたものであり、LCフィルタ、高周波部品等の電子部品の製造に用いることはできなかった。また積層セラミック電子部品を製造する場合、またインキジェット方法でなくとも、厚み $20\mu\text{m}$ 以下のセラミック生シートの上に電極インキ等を印刷した場合、前記電極インキ中の溶剤成分が前記セラミック生シートにしみ込み、ショート等の不良発生原因になることがあった。

【0020】本発明で提案する電子部品印刷用インキジェット装置を用いることで従来では印刷不可能であったような電子部品用インキ、各電子部品の製造方法、積層電子部品の製造方法等を提案することを目的とする。例えば本発明の電子部品印刷用インキジェット装置の一部であるインキ循環機構のみを市販のインキジェット装置に取り付けることも可能である。こうすることで電子部品用インキを始めとする印刷安定性の劣るインキを安定して印刷することができる。また本発明で提案する電子部品印刷用インキジェット装置を用いることにより、従来インキジェットでは印字することが不可能であった、高濃度な沈殿や凝集の発生しやすいインキであっても新たに印字することができる。

【0021】また、本発明では新しく水溶性の電子部品用電極インキを提案することによって、厚み $20\mu\text{m}$ 以下のセラミック生シート上に直接電子部品用電極インキをインキジェットのみならず、スクリーン、グラビア等の印刷方法で印刷してもセラミック生シートを膨潤させたり再溶解させることがない。このため従来の電極インキではショートしていたような $20\mu\text{m}$ 以下の薄い薄層のセラミック生シートに対してもショートを発生させることがない。こうして本発明では印刷方法に関係なく、高歩留まりで積層セラミック電子部品を製造できる。さらに本水溶性の電子部品用電極インキを用いることで、火災の防止のみならず印刷作業環境を大幅に改善できる。

【0022】

【課題を解決するための手段】こうした課題を解決するために本発明は、インキジェット装置で印字可能な電子部品用電極インキやその製造方法あるいは専用のインキジェット装置および電子部品の製造方法を提供するものであり、電子部品用電極インキの沈殿や再凝集を防止し、安定した印字が可能になる。また厚み $20\mu\text{m}$ 以下

のセラミック生シートの上に電極インキ等を印刷した場合でも、前記電極インキ中の溶剤成分が前記セラミック生シートにしみ込まないため、ショート等の不良発生の原因にはならない。

【0023】これにより、長時間安定した印字ができる電子部品印刷用インキジェット装置が得られ、電子部品を安定して高歩留まりで製造できる。またインキジェットの特徴であるオンデマンド（必要に応じて必要なだけ短時間に製品を製造する）の特徴を活かすことで、各種電子部品を短納期でユーザーに提供できる。また、本発明では、新しく水溶性の電子部品用電極インキを提案することによって、厚み $20\mu\text{m}$ 以下のセラミック生シート上に直接、電極インキを、インキジェット、スクリーン、グラビア等の印刷方法で印刷してもセラミック生シートを膨潤させたり再溶解させることがない。このため従来の電極インキではショートしていたような $15\mu\text{m}$ 以下の薄い薄層のセラミック生シートに対してもショートを発生させることがない。こうして本発明では印刷方法に関係なく、高歩留まりで積層セラミック電子部品を製造できる。さらに本水溶性の電子部品用電極インキを用いることで、火災の防止のみならず印刷作業環境を大幅に改善できる。

【0024】これにより、積層セラミックコンデンサ、LCフィルタ、複合高周波部品等のセラミック電子部品等の電子部品を、インキジェット方法を用いて安定して生産でき、各種電子部品の低コスト化、短納期化が可能になる。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、 $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉が水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下で粘度2ボイズ以下でかつ沈殿が10分で 10mm 以下もしくは100分間で 20mm 以下である電子部品用電極インキであり、沈殿しにくいインキ安定性を改善すると共にインキのコストダウンができるという作用を有する。

【0026】請求項2に記載の発明は、粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉と粒径 $10\mu\text{m}$ セラミック粉が、水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散されてなる電子部品用電極インキであり、インキ中に金属粉とセラミック粉を添加することで、積層セラミック電子部品の内部電極等に用いた場合でも金属部分とセラミック部分の熱膨張係数をマッチングさせられるため、インキジェットで内部電極等を形成しても層間剥離等の不良の発生防止が可能になり、インキのコストダウンができるという作用を有する。

【0027】請求項3に記載の発明は、 $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉が金属酸化物と共に水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散されてなる電子部品用電極インキであり、金属粉と金属酸化物が共に添加されていることで積層セラミック電子

部品の内部電極等に用いた場合でも、金属部分とセラミック部分の熱膨張係数をマッチングさせられるため、インキジェットで内部電極等を形成しても層間剥離等の不良の発生防止が可能になり、インキのコストダウンができるという作用を有する。

【0028】請求項4に記載の発明は、 $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉が有機金属化合物と共に水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散されてなる電子部品用電極インキであり、金属粉と有機金属化合物が共に添加されていることで、金属粉の水もしくは有機溶剤中での分散性を改善するため内部電極の均一性を改善し、インキジェットで各種電極パターンを形成しやすくなり、インキのコストダウンができるという作用を有する。

【0029】請求項5に記載の発明は、セラミック材料が表面に形成された $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉が水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散されてなる電子部品用電極インキであり、金属粉の表面にセラミック材料を形成しておくことで積層セラミック電子部品の内部電極等に用いた場合でも、金属部分とセラミック部分の熱膨張係数をマッチングさせられるため、インキジェットで内部電極等を形成しても層間剥離等の不良の発生防止が可能になり、インキのコストダウンができるという作用を有する。

【0030】請求項6に記載の発明は、 $0.01\text{mm}\phi$ 以上 $10\text{mm}\phi$ 以下のビーズを用いて金属粉をセラミック粉もしくは有機金属化合物もしくは他の添加物と共に水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散した後、フィルターでろ過する電子部品用電極インキの製造方法であり、金属粉をビーズで分散させることで高歩留まりで高濃度、低粘度のインキジェット用電極インキを製造するという作用がある。

【0031】請求項7に記載の発明は、圧力 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上 $3000\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下の圧力で硬質材料でなる治具を金属粉が水もしくは有機溶剤と1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に混合させた状態で1回以上通過させた後、フィルターでろ過する電子部品用電極インキの製造方法であり、金属粉を高圧分散装置を用いた分散させることで高歩留まりで高濃度、低粘度のインキジェット用電極インキを製造するという作用がある。

【0032】請求項8に記載の発明は、金属粉をセラミック粉もしくは有機金属化合物もしくは他の添加物と共に水もしくは有機溶剤と1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に混合させた状態で1秒以上10時間以下で超音波分散した後、フィルターでろ過する電子部品用電極インキの製造方法であり、超音波分散させることで容器内のインキに不純物を混入させることなく、いつでも必要に応じて電極インキを分散もしくは再

分散できるため、インキジェット装置で電子部品用電極インキを用いる際にインキ詰まりを防止でき、高歩留まりの印刷が可能になるという作用がある。

【0033】請求項9に記載の発明は、金属粉をセラミック粉もしくは有機金属化合物もしくは他の添加物と共に水もしくは有機溶剤と1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に混合させた状態で、 6rpm 以上 10000rpm 以下の回転治具により1秒以上10時間以下分散させた後、フィルターでろ過する電子部品用電極インキの製造方法であり、回転治具で分散させることで容器内のインキに不純物を混入させることなく、いつでも必要に応じて電極インキを分散もしくは再分散できるため、インキジェット装置で電子部品用電極インキを用いる際にインキ詰まりを防止でき、高歩留まりの印刷が可能になるという作用がある。

【0034】請求項10に記載の発明は、インキタンク中の粘度2ボイズ以下の電子部品用電極インキは、第1のチューブを介してインキジェット噴出部に送られた後、噴出されなかった余剰なインキは第2のチューブを介して前記インキタンクに回収されるインキ循環機構を有する電子部品印刷用インキジェット装置であり、噴出されなかった余剰なインキを回収し再利用することで無駄なくインキを使えるため電子部品のコストを下げられるという作用がある。

【0035】請求項12に記載の発明は、洗浄液は第1のチューブを介してインキジェット噴出部に送られた後、電子部品印刷用インキジェット装置を洗浄し、前記電子部品印刷用インキジェット装置から噴出されなかった余剰な洗浄液は第2のチューブを介して回収されるインキ洗浄機構を有する電子部品印刷用インキジェット装置であり、必要に応じてインキジェット装置の内部を洗浄液で洗浄できるためインキ詰まり等の印刷不良の発生を防止できるという作用がある。

【0036】請求項13に記載の発明は、水もしくは有機溶剤 100g に対して洗剤、分散剤、キレート剤もしくはキレート樹脂が 0.01g 以上 200g 以下含まれたインキジェット装置洗浄液であり、インキジェット装置内部に残留した金属粉や添加物等を洗浄、除去できるためインキジェット装置のメンテナンスを確実にでき、電子部品をインキジェット技術で製造する際の製造コストを下げられる。

【0037】請求項14に記載の発明は、請求項1から5記載の電子部品用電極インキをセラミック生シートもしくはセラミック基板上にインキジェット装置を用いて所定パターンに形成した後、積層もしくは焼成した後、個片化し、外部電極を取付ける電子部品の製造方法であり、本発明で提案する電子部品用電極インキをインキジェット装置を用いて使うことで所定の電子部品の短納期かつ安価に市場に提供できる。

【0038】以下、本発明の実施の形態について、図1

から図9を用いて説明する。

【0039】(実施の形態1) 実施の形態1における電子部品用電極インキは粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉が水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下で粘度2ポイズ以下に分散されているものである。

【0040】この電子部品用電極インキは、まず粒径 $0.4\mu\text{m}$ のNi粉末200g、添加剤または樹脂を1gを加え、有機溶剤もしくは水150gを添加する。ここで金属粉末としては、銀パラジウム、白金、パラジウム、ニッケル等を添加する。添加剤としてはフタル酸ブチル等のフタル酸系溶剤やポリエチレンオキサライド等を添加するものである。樹脂としては、セルロース系樹脂、ビニール系樹脂または石油系樹脂等を添加することにより、印刷塗膜の結着力を良好にすることができ、乾燥後のインキの高強度化が図れる。有機溶剤としては、エチルアルコール、イソプロピルアルコール等のアルコール類、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン類、酢酸ブチル等のエステル類、またはナフサ等の炭化水素類を添加するものである。

【0041】また必要により分散剤として脂肪酸エステル、多価アルコール脂肪酸エステル、アルキルグリセリエーテルやその脂肪酸、各種レシチン誘導体、プロピレングリコール脂肪酸エステル、グリセリン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレングリセリン脂肪酸エステル、ポリグリセリン脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンアルキルエーテル等を添加することにより粉体の分散性が良好となり、粉体の再凝集による沈殿を防止できる。

【0042】次に、直径 0.5mm のジルコニアビーズを用いて3時間分散する。その後、ボア径が $5\mu\text{m}$ のメンブランフィルタを用いてろ過して粘度を2ポイズとした有機溶剤系の電極インキを作成する。

【0043】また、図1は各種電子部品用電極インキの沈殿の様子を示すもので、X軸は経過時間(単位は分)、Y軸は上澄み層の厚み(単位はmm)である。また図2は、各種電子部品用インキの沈殿測定の一例を示すものである。図2において、10はガラス管、11は電極液、12は上澄み層である。電子部品用電極インキの沈殿測定を行うには、図2に示すように、ガラス管10(直径 10mm φ以上、深さ 10cm 以上が望ましい)の中に、分散した状態の電極液11を所定量投入し、経過時間と共に、その電極液11の状態を観察する。すると、電極液11の上面に、次第に上澄み層12が形成され、経過時間の増加と共に上澄み層12の厚みが増加する。こうして測定した上澄み層12の厚みを、経過時間に対してグラフ化したものが図1に相当する。一般的に、電極液11は金属粉が所定量含まれているため真っ黒で光を透過しない。一方の上澄み層12は金属粉が殆ど含まれていないため透明で光を透過する。このように電極液11と上澄み層12は光学的に見分けられ

る。また上澄み層12と電極液11は夫々の液の比重や固形分としても容易に区別できる。

【0044】図1において、A、B、Cは各電子部品用電極インキの沈殿の様子を測定したものであり、AからCの中で、Aが一番沈殿しにくく、Cが一番沈殿しやすい。またBは10分後の上澄み層の厚みが 10mm 、100分後の上澄み層の厚みが 20mm である。インキジェットで用いる電子部品用電極インキとしては、Bと同程度か、あるいはBより沈殿速度が遅いものが望ましい。Aのように沈殿しやすい電子部品用電極インキの場合、インキジェット装置内部で沈殿を発生させるため安定した印字ができない。

【0045】なお、このように沈殿速度を遅くするには、電子部品用電極インキに含まれる金属粉の表面に各種樹脂を吸着させることが有効である。金属粉に樹脂を優先的に吸着させるには、樹脂の側鎖にカルボキシル基を有するカルボン酸や脂肪酸、あるいはカルボキシル基を複数個有するポリカルボン酸系の樹脂が良い。またカルボキシル基以外に水酸基を含む樹脂も粉体表面に吸着しやすく、沈殿防止の効果がある。

【0046】なお、インキ粉体の沈殿を防止するには粉体の比重にもよるが、粒径は $10\mu\text{m}$ 以下が望ましい。 $10\mu\text{m}$ より粒径が大きくなると、金属粉の表面電位の絶対値を高めたり、表面に各種脂肪酸系樹脂を吸着させても、図1のBより沈殿速度を遅くすることは難しい。また金属粉の、特に $1\mu\text{m}$ 以下の粉体の比率を高めることで粉体の沈降速度を図1(B)に示すように遅くできる。

【0047】なお、インキ中の金属粉体の含有率は1重量%以上80重量%以下が望ましい。 $0.5\text{重量}\%$ 以下の場合、金属粉末は沈殿しにくい(本発明者らの実験によると粉体どうしの平均距離が大きく衝突しにくいと考えられた)が、印刷した後熱処理しても導通が得られないことが多い。また90重量%以上の高濃度のインキの場合、金属粉末どうしの平均距離が近すぎるため、いくらゼータ電位を高めても短時間に凝集したり、分散後に静置するとゲル化したため、インキ循環装置を用いても安定した印字が難しい場合があり、電子部品の製造には不適當であった。なお短時間に凝集したり、ゲル化しやすい電子部品用インキに関しては、本発明で提案するインキ循環機構を必要に応じて用いることで、長時間の安定印字が得られ、各種電子部品を高歩留まりで生産できる。

【0048】なお、インキジェット印刷された後は、 200°C 以上 1500°C 以下で熱処理することで電極インキとしての導通が得られる。導通する熱処理温度は金属材料によって異なるが、粒径が小さいほどより低温で導通が得られる。本発明者らが粒径 $0.5\mu\text{m}$ のNi粉末を用いて作成したインキジェット用インキの場合、 1000°C 前後で焼結開始したが、 $0.02\mu\text{m}$ のNi粉末

を用いた場合400℃程度の低温で焼結させられた。また同様に1μmφのAg粉の場合800℃から900℃程度で導通が得られたが、0.01μmφのAg粉末を用いたインキをアルミナ基板上に電子部品印刷用インキジェット装置で印刷した後、300℃前後から導通が得られた。このように用いる材料の融点や粉体の粒径によって、所定に導通が得られる熱処理温度は異なるが、200℃以上1500℃以下で殆どのものは導通が得られる。

【0049】ここで、金属粉の粒径が0.001μm以上であるのは、0.001μm未満とすると通常状態において金属として存在しにくいからである。特にニッケル、銅、銀、アルミニウム、亜鉛等の卑金属またはこれらの合金粉をESCAによる表面分析装置を用いて分析すると、表面層のみならず粉体内部まで酸化物または水酸化物化したセラミックに変質していた。10μm以下であるのは、10μmより大きくなるとインキ中で金属粉が沈殿しやすくなるからである。この金属粉が1重量%以上であるのは、1重量%未満ではインキ焼成後に電気的導通が得られない場合があるからである。80重量%以下であるのは、85重量%以上の場合インキが沈殿しやすくなるからである。また粘度が2ボイズ以下とするのは、粘度が高すぎるとインキ噴出部から安定してインキを噴出することが困難で、例えばインキが噴出されたとしてもインキ切れが悪く印刷精度が悪くなるからである。

【0050】なお、本実施の形態1の電子部品用電極インキは有機溶剤系であるが、水系の電子部品用電極インキとしても良い。この水系の電子部品用電極インキは、粒径0.4μmのNi粉末100gに添加剤または樹脂を1g、水または水系（もしくは水溶性）有機溶剤を150g添加する。次に、直径0.5mmのジルコニアビーズを用いて3時間分散する。

【0051】その後、ポア径が5μmのメンブランフィルターを用いてろ過し粘度を2ボイズとした水系の電子部品用電極インキを作成する。

【0052】ここで、水系（もしくは水溶性）有機溶剤としては、エチレングリコール、グリセリン、エチレングリコール等を添加する。樹脂としては、メチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等のセルロース系樹脂、ポリビニールアルコール等のビニール系樹脂、スチレンブタジエンゴム等のラテックス樹脂等の水溶性樹脂を添加することにより、印刷塗膜の結着力を良好にすることができ乾燥後にインキの高強度化が図れる。分散剤としては、各種レシチン誘導体、アロピレングリコール脂肪酸エステル、グリセリン脂肪酸エステル、ポリエキシエチレングリセリン脂肪酸エステル、ポリグリセリン脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンソルビット脂肪酸エステル、ポリエチレングリコー

ル脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリカルボン酸または各種石鹸を添加することで、粉体の分散性を向上でき粉体の再凝集による沈殿を妨げる。

【0053】このように、特に水溶性の電極インキの場合、インキの沈殿速度を遅くするにはインキ中の金属粉のゼータ電位の絶対値を高めることが望ましい。まず本発明者らは金属材料としては、銀、パラジウム、白金、銀、銅、ニッケルに関して実験した。本発明者らがESCA等の表面分析装置を用いて、いくつかの金属粉の表面を分析した結果、粉体表面は数nmの厚みで酸化層や水酸化層に覆われていることが判った。そのため、水中に添加すると、粉体が（液のpHによって）プラスやマイナスのゼータ電位を帯びることが判った。そこで、インキに添加剤を添加し、表面電位を高めた。

【0054】本発明者らの実験によると、図1のBより沈殿を遅くするには金属粉のゼータ電位の絶対値で40mV以上が望ましいことが判った。また粉体や添加剤によっては、ゼータ電位がpH2からpH12の間で、-60mVから-70mV（ものによっては-100mV程度）とゼータ電位の絶対値が極めて高い値が得られるものがあり（等電位点を求めようとしたが測定領域内のpHでは等電位点が測定できないぐらい）、分散の安定した電極インキが得られた。このように、金属粉体のゼータ電位を絶対値で40mV以上にする事で、図1（B）で示したような沈殿しにくい電子部品用電極インキを提供できる。

【0055】また比較のために市販されているNiや銀、パラジウム等の各種電極インキ（主にスクリーン印刷用）を入手して、専用溶剤で希釈したところ、図1（C）に示すように沈殿速度が大きく、実際に市販のインキジェット装置にセットして印字実験を試みたが、安定した印字は得られなかった。

【0056】また、金属粉の表面電位を高めるには、前述した分散剤以外にも次のような添加剤を添加してもよい。こうして金属粉体のゼータ電位の絶対値を50mV以上に高められ、図1のBで示したより沈殿しにくい電子部品用電極インキを作成できる。

【0057】例えば、リン酸塩として、ヘキサメタリン酸ナトリウム、ポリオキシエチレン付加直鎖アルコールリン酸塩、ポリオキシエチレン付加アルキルフェノールリン酸塩、アルキルリン酸塩等がある。陰イオン界面活性剤としては、カルボン酸塩として直鎖脂肪酸塩、ヤシ油脂肪酸塩、トール油脂肪酸塩、アミン塩、N-ラウロイルサクコシン、アシル化ポリペプチド等がある。スルホン酸塩として直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩、トリエタノールアミン塩、イソプロピルアミン塩、遊離スルホン酸塩、高級アルキルベンゼンスルホン酸塩、ベンゼンやトルエンやキシレンやクメンスルホン酸塩、リクニンスルホン酸塩、石油スルホン酸塩、N-アシルアル

キルタウリン塩、*n*-パラフィンスルホン酸塩、 α -オレフィンスルホン酸塩、スルホコハク酸塩、アルキルフタレンスルホン酸塩、イセチオン酸塩等がある。硫酸塩として直鎖第1級アルコール硫酸塩(AS)、ポリオキシエチレン付加直鎖アルコール硫酸塩(AES)、硫酸化塩(スルホン化油)等がある。

【0058】また、陽イオン界面活性剤としては、直鎖アミン系、直鎖ジアミン、直鎖ポリアミン、直鎖第4級アンモニウム塩(例えばテトラアルキルアンモニウム塩や塩化*N*-アルキルトリメチルアンモニウム)、ポリオキシエチレン付加直鎖アミン、ポリオキシエチレン付加直鎖第4級アンモニウム塩、アミノオキシド(例えば*N*-アルキルジメチルアミノオキシドはセチルジメチルアミノオキシド等)を用いることができる。また非イオン界面活性剤としては、ポリオキシエチレン付加非イオン界面活性剤、アルキルフェノールのエチレンオキシド付加物(APE)、直鎖アルコールのエチレンオキシド付加物(AE)、ポリオキシプロピレングリコールのポリオキシエチレン付加物、直鎖メルカプタンのポリオキシエチレン付加物、直鎖脂肪酸エステル、天然脂肪酸のグリセリル、ポリグリセリルエステル、プロピレングリコール、ソルビトール、ポリオキシエチレン付加ソルビトールの脂肪酸エステル、ポリオキシエチレングリコールエステル、ポリオキシエチレン付加脂肪酸(トール油を含む)、アルカノールアミン-脂肪酸縮合物、アルカノールアミド、アセチレン第3級グリコール、ポリオキシエチレン付加シリコン、*N*-アルキルピロリドン、アルキルポリグリコシド等がある。

【0059】また、両性界面活性剤としては、pH-感受性の両面活性剤として β -*N*-アルキルアミノプロピオン酸、*N*-アルキル- β -イミノジプロピオン酸、イソダズリンカルボンサン、*N*-アルキルベタイン、アミノオキシドがあり、pH-不感受性の両面活性剤としてはスルホビタイン、サルティン等を用いることができる。

【0060】なお、本発明で提案する電子部品用電極インキの沈殿速度を図1(B)より遅くするには、前述した分散剤や添加剤の添加以外に、溶媒のpHを酸やアルカリ側に変化させることで相対的に金属粉末の表面電位を高めることができ、図1(A)に示すような電子部品用電極インキが得られ、これは明らかに図1(B)に示すより沈殿速度を遅く、安定したインキジェット印字が得られた。

【0061】図3は本発明の実施の形態1における積層セラミック電子部品の製造方法を説明する図である。図3において、13はベースフィルムで、このベースフィルム13の表面にはセラミック生シート14が形成されている。15は電子部品用電極インキであり、インキジェットヘッド16の中に充填されている。また17は素子であり、インキジェットヘッド16の内部に形成さ

れ、局所発熱や圧電効果を発生させる。この素子17の働きによりインキジェットヘッド16より必要に応じてインキ小滴18が噴出される。このインキ小滴18によりセラミック生シート14の上面にインキパターン19を形成する。

【0062】まず、EIAJ規格によるX7R特性を有する粒径0.5 μ mのチタン酸バリウムを主体とした誘電体粉末を、ブチラール樹脂、フタル酸系可塑剤及び有機溶剤と共に分散して誘電体スラリーとし、この誘電体スラリーを10 μ mのフィルターでろ過した後、ベースフィルム13の上に塗布し、厚みが10 μ mに有機系のセラミック生シート14を作成する。

【0063】次に、図3に示すようにこのセラミック生シート14の上面から印字品質が720dpiとした後述するインキジェット装置のインキ噴出部より、内部電極を形成する。まず、上述した実施の形態1で説明した電子部品用電極インキ15は、内蔵された素子17により小滴状に必要なに応じてオンデマンドで噴出される。この噴出されたインキ小滴18はセラミック生シート14の表面に付着し、インキパターン19を形成する。なお素子17を数個から数百個(図示していない)規則正しく整列させておくことで、同時に多数多量のインキ小滴18を噴出し、印字速度を上げられる。

【0064】次に、前工程でインキパターン19を有するセラミック生シート14からベースフィルム13を剥離しながら、数十枚から数百枚を必要に応じて最上面及び最下面にセラミック生シート14を上方よりプレス装置により加圧圧着させてセラミック生積層体を形成する。

【0065】最後に、このセラミック生積層体を所望する寸法に切断し個片化した後、内部電極であるインキパターン19と電気的に接続する外部電極を形成し、積層セラミック電子部品を作成するものである。このように、厚みが20 μ m以下の有機系セラミック生シート14の上には、水系電極インキを用いることで電極インキがセラミック生シート14にしみ込まない。そのため図10で示したような電極パターン7に含まれるショートが発生しない。

【0066】以上のように製造された積層セラミック電子部品の内部電極となるインキパターンを作成するのに用いるインキジェット装置について、図面を参照しながら説明する。

【0067】図4は実施の形態1におけるインキジェット装置を説明する図である。図4において、20はインキタンクであり、内部に電子部品用電極インキ15が充填されている。また21はインキタンク20の恒温槽であり、必要に応じてインキタンク20及び内部の電子部品用電極インキ15を一定の温度に保つことで印字を安定化できる。また22は第1のチューブであり、途中にポンプ等からなる吸引機構23を介して電子部品用電極

インキ15を吸引する。また必要に応じて第1のチューブ22の途中にフィルター24を挿入することができる。このように吸引機構23とインキジェットヘッド16の間の第1のチューブ22にフィルター24を設け、印刷直前の電子部品用電極インキ15をろ過することにより、インキタンク20内で発生した電子部品用電極インキ15の中に凝集体や沈殿物が発生したとしても確実に取り除くことができる。次にインキタンク20から吸引機構23で吸引された電子部品用電極インキ15はインキジェットヘッド16に送られ、被印刷体(図示していない)に向かって必要量だけインキ小滴18として外部に噴出する。そしてインキジェットヘッド16で噴出されなかった電子部品用電極インキ15は、第2のチューブ25を介してインキタンク20に回収され再利用される。26は調整用吸引機構であり、インキジェットヘッド16における電子部品用電極インキ15の圧力を調整し、インキ噴出量を安定化するものである。

【0068】以上のように構成されたインキジェット装置を、市販されているインキジェットプリンタに付属されているインキカートリッジに相当する部分に装着して、インキジェット印刷装置として用いるものである。

【0069】以上のように構成されたインキジェット装置の印字安定性について、従来のインキジェット装置と比較する。

【0070】図5は実施の形態1におけるインキジェット装置と従来のインキジェット装置との印刷安定性を比較する図であり、図5において、X軸は連続印刷枚数(単位は枚)、Y軸はインキ塗着量(単位は mg/cm^2)であり、図5は連続印刷枚数とインキ塗着量との関係と比較することでインキジェットでの印刷安定性を示す。本図において、白丸は従来のインキを循環させることなく印刷したインキジェット装置によるもので、印刷枚数の増加とともにインキ塗着量が急激に低下し、6枚目にはインキ噴出部が詰まってしまう印刷できなかった。一方、黒丸に示す本実施の形態1における $10\mu\text{m}$ 以下の異なる粒径を持つ同一元素からなる複数の金属粉を用いて作成した電子部品用電極インキ15を循環させるインキジェット装置では、200枚を超えても安定して印刷ができる。

【0071】これは、第1のチューブ22の内部を電子部品用電極インキ15を流すことで、電子部品用電極インキ15中の粉体がブラウン運動以外に、チューブ内壁ではインキの進行速度は0で、チューブの中央部ではズリ速度が最大となるHagen Poiseuilleの法則により、せん断運動(または、ズリ速度)を受けるため、電子部品用電極インキ15が沈殿したり再凝集することがないためである。また図1に示したようにインキ自体の安定性も増加しているため、安定した印字が可能となった。

【0072】なお本電子部品用電極インキ15は、インキジェット工法以外にグラビア印刷等の他の印刷にも用

いることができる。

【0073】また本技術を用いて、TC(温度補償)用の各種積層セラミックコンデンサを製造することもできる。例えば、CHタイプ($0\pm 60\text{ppm}/^\circ\text{C}$)、PHタイプ($-150\pm 60\text{ppm}/^\circ\text{C}$)、RHタイプ($-220\pm 60\text{ppm}/^\circ\text{C}$)等の温度補償用のコンデンサは、少量多品種のためインキジェットで内部電極を形成することでより短納期、低コストで市場に提供できる。

【0074】(実施の形態2)実施の形態2における電子部品用電極インキは、 $10\mu\text{m}$ 以下の異なる粒径を持つ金属粉とセラミック粉が水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ポイズ以下に分散されてなるものである。

【0075】この電子部品用電極インキは、まず粒径 $0.9\mu\text{m}$ のPd粉末100g、粒径 $0.3\mu\text{m}$ のチタン酸バリウム粉末20gに、添加剤または樹脂を1g加え、有機溶剤もしくは水150gを添加する。ここで金属粉末としては、銀パラジウム、白金、パラジウム、ニッケル等を添加する。またセラミック粉としては、チタン酸バリウム、ガラス、アルミナ、磁性粉等のセラミック粉であり、目的とする電子部品により任意に選択できる。添加剤としてはフタル酸ブチル等のフタル酸系溶剤やポリエチレンオキサ이드等を添加するものである。樹脂としては、セルロース系樹脂、ビニール系樹脂または石油系樹脂等を添加することにより、印刷塗膜の結着力を良好にすることができ、乾燥後のインキの高強度化を図れる。有機溶剤としては、エチルアルコール、イソプロピルアルコール等のアルコール類、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン類、酢酸ブチル等のエステル類、またはナフサ等の炭化水素類を添加するものである。

【0076】また必要により分散剤として脂肪酸エステル、多価アルコール脂肪酸エステル、アルキルグリセリルエーテルやその脂肪酸、各種レシチン誘導体、プロピレングリコール脂肪酸エステル、グリセリン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレングリセリン脂肪酸エステル、ポリグリセリン脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンアルキルエーテル等を添加することにより粉体の分散性が良好となり、粉体の再凝集による沈殿を防止できる。また、 $10\mu\text{m}$ 以下の異なる粒度分布を持つ金属粉とセラミック粉とは、金属粉とセラミック粉が同じ平均粒径であってもその粒度分布が異なるため、つまりより細かい粉の比率が多い、少ないということで、金属粉とセラミック粉がより均一に分散しあうため沈殿しにくくなる。また電極インキ内にセラミック粉を均一分散させておくことで、積層セラミック電子部品を製造する際に、電極インキの焼結温度を高めたり、電極インキの熱膨張係数をセラミック素材に近づけられるため、デラミネーション(層間剥離)等の不良の発生防止が可能になると共に、電極インキのコストダ

ウンも可能になる。

【0077】次に、直径0.5mmのジルコニアビーズを用いて3時間分散する。その後、ボア径が5 μ mのメンブランフィルタを用いてろ過して粘度を2ボイズとした有機溶剤系の電極インキを作成する。次に実施の形態1で説明した方法で作成した厚み10 μ mのセラミック生シートの上に、10 μ m以下の異なる粒度分布をもつ金属粉とセラミック粉よりなる電極インキをインキジェット方法で作成し、この内部電極の印刷されたセラミック生シートを500層積層した。必要に応じて最上面及び最下面にセラミック生シートを上方よりプレス装置により加圧圧着させてセラミック生積層体を形成する。

【0078】最後に、このセラミック生積層体を所望する寸法に切断し個片化した後、内部電極であるインキパターンと電気的に接続する外部電極を形成し、積層セラミック電子部品を作成するものである。

【0079】比較のために、セラミック粉無しの電極インキと、セラミック粉入りの電極インキを用いて作成した積層セラミック電子部品のコストを比較したところ、セラミック粉を入れることで原料費で10%以上コストダウンできると共に焼結歩留まりを高めることができた。

【0080】(実施の形態3) 実施の形態3における電子部品用電極インキは、10 μ m以下の金属粉が金属酸化物と共に、水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下で、かつ粘度2ボイズ以下に分散されてなるものである。

【0081】この電子部品用電極インキは、まず、粒径0.5 μ mのNi粉末100g、粒径0.3 μ mのNiO粉末20gに、添加剤または樹脂を1g加え、有機溶剤もしくは水150gを添加する。ここで金属粉末とは、銀パラジウム、白金、パラジウム、ニッケル、銅、亜鉛等であり、金属酸化物とはこうした金属の酸化物であり、目的とする電子部品により任意に選択できる。添加剤としてはフタル酸ブチル等のフタル酸系溶剤やポリエチレンオキサライド等を添加するものである。樹脂としては、セルロース系樹脂、ビニール系樹脂または石油系樹脂等を添加することにより、印刷塗膜の結着力を良好にすることができ、乾燥後のインキの高強度化が図れる。

【0082】有機溶剤としては、エチルアルコール、イソプロピルアルコール等のアルコール類、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン類、酢酸ブチル等のエステル類、またはナフサ等の炭化水素類を添加するものである。また必要により分散剤として脂肪酸エステル、多価アルコール脂肪酸エステル、アルキルグリセリルエーテルやその脂肪酸、各種レシチン誘導体、プロピレングリコール脂肪酸エステル、グリセリン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレングリセリン脂肪酸エステル、ポリグリセリン脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリ

オキシエチレンアルキルエーテル等を添加することにより、粉体の分散性が良好となり、粉体の再凝集による沈殿を防止できる。

【0083】また、10 μ m以下の異なる粒度分布を持つ金属粉と金属酸化物とは、金属粉とその同じ金属元素の酸化物であり、金属粉と同じ金属元素の金属酸化物粉がより均一に分散しあうため、沈殿しにくくなる。また電極インキ内に金属酸化物粉を均一分散させておくことで、積層セラミック電子部品を製造する際に、電極インキの焼結温度を高めたり、電極インキの熱膨張係数をセラミック素材に近づけられるため、デラミネーション等の不良の発生防止が可能になると共に、電極インキのコストダウンも可能になる。

【0084】次に、直径0.5mmのジルコニアビーズを用いて3時間分散する。その後、ボア径が5 μ mのメンブランフィルタを用いてろ過して粘度を2ボイズとした有機溶剤系の電極インキを作成する。次に実施の形態1で説明した方法で作成した厚み10 μ mのセラミック生シートの上に、10 μ m以下の異なる粒度分布をもつ金属粉と金属酸化物粉よりなる電極インキをインキジェット方法で作成し、この内部電極の印刷されたセラミック生シートを500層積層した。必要に応じて最上面及び最下面にセラミック生シートを上方よりプレス装置により加圧圧着させてセラミック生積層体を形成する。

【0085】最後に、このセラミック生積層体を所望する寸法に切断し個片化した後、内部電極であるインキパターンと電気的に接続する外部電極を形成し、積層セラミック電子部品を作成するものである。

【0086】比較のために、金属酸化物無しの電極インキと、金属酸化物入りの電極インキを用いて作成した積層セラミック電子部品のコストを比較したところ、金属酸化物粉を入れることで原料費で10%以上コストダウンできると共に、焼結歩留まりを高めることができた。

【0087】(実施の形態4) 実施の形態4における電子部品用電極インキは、10 μ m以下の金属粉が有機金属化合物と共に水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散されてなるものである。

【0088】この電子部品用電極インキは、まず、粒径0.5 μ mのNi粉末100g、クエン酸Ni粉末20gに、添加剤または樹脂を1g加え、有機溶剤もしくは水150gを添加する。ここで金属粉末とは、銀パラジウム、白金、パラジウム、ニッケル、銅、亜鉛等であり、金属酸化物とはこうした金属の酸化物であり、目的とする電子部品により任意に選択できる。添加剤としては、フタル酸ブチル等のフタル酸系溶剤やポリエチレンオキサライド等を添加するものである。樹脂としては、セルロース系樹脂、ビニール系樹脂または石油系樹脂等を添加することにより、印刷塗膜の結着力を良好にすることができ、乾燥後のインキの高強度化が図れる。

【0089】有機溶剤としては、エチルアルコール、イソプロピルアルコール等のアルコール類、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン類、酢酸ブチル等のエステル類、またはナフサ等の炭化水素類を添加するものである。また必要により分散剤として脂肪酸エステル、多価アルコール脂肪酸エステル、アルキルグリセルエーテルやその脂肪酸、各種レシチン誘導体、プロピレングリコール脂肪酸エステル、グリセリン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレングリセリン脂肪酸エステル、ポリグリセリン脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンアルキルエーテル等を添加することにより、粉体の分散性が良好となり粉体の再凝集による沈殿を防止できる。

【0090】また、 $10\mu\text{m}$ 以下の異なる粒度分布を持つ金属粉と金属酸化物とは、金属粉とその同じ金属元素の有機金属化合物であり、金属粉と同じ金属元素の有機金属化合物がより均一に分散もしくは分散しあうため沈殿しにくくなる。また電極インキと基材との接着力を高められるため、デラミネーション等の不良の発生防止が可能になると共に電極インキのコストダウンも可能になる。

【0091】次に、直径 0.5mm のジルコニアビーズを用いて3時間分散する。その後、ボア径が $5\mu\text{m}$ のメンブランフィルタを用いてろ過して粘度を2ボイズとした有機溶剤系の電極インキを作成する。次に実施の形態1で説明した方法で作成した厚み $10\mu\text{m}$ のセラミック生シートの上に、 $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉が、有機金属化合物よりなる電極インキをインキジェット方法で作成し、この内部電極の印刷されたセラミック生シートを500層積層した。必要に応じて最上面及び最下面にセラミック生シートを上方よりプレス装置により加圧圧着させてセラミック生積層体を形成する。

【0092】最後に、このセラミック生積層体を所望する寸法に切断し個片化した後、内部電極であるインキパターンと電気的に接続する外部電極を形成し、積層セラミック電子部品を作成するものである。

【0093】比較のために、有機金属化合物無しの電極インキと、有機金属化合物入りの電極インキを用いて作成した積層セラミック電子部品のコストを比較したところ、有機金属化合物を入れることで原料費で10%以上コストダウンできると共に焼結歩留まりを高めることができた。

【0094】（実施の形態5）実施の形態5における電子部品用電極インキは、セラミック材料が表面に形成された $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉が水もしくは有機溶剤中に1重量%以上80重量%以下でかつ粘度2ボイズ以下に分散されてなるものである。

【0095】この電子部品用電極インキは、まず、チタン酸バリウムを主体とするセラミック材料が表面に形成された粒径 $0.5\mu\text{m}$ のNi粉末100g、添加剤また

は樹脂を1g加え、有機溶剤もしくは水150gを添加する。銀パラジウム、白金、パラジウム、ニッケル、銅、亜鉛等の金属粉表面にセラミック材料を表面の一部（もしくは全面）に形成させたものであり、目的とする電子部品により任意に選択できる。添加剤としては、フタル酸ブチル等のフタル酸系溶剤やポリエチレンオキサイド等を添加するものである。樹脂としては、セルロース系樹脂、ビニール系樹脂または石油系樹脂等を添加することにより、印刷塗膜の結着力を良好にすることができ、乾燥後のインキの高強度化が図れる。

【0096】有機溶剤としては、エチルアルコール、イソプロピルアルコール等のアルコール類、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン類、酢酸ブチル等のエステル類、またはナフサ等の炭化水素類を添加するものである。また必要により分散剤として脂肪酸エステル、多価アルコール脂肪酸エステル、アルキルグリセルエーテルやその脂肪酸、各種レシチン誘導体、プロピレングリコール脂肪酸エステル、グリセリン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレングリセリン脂肪酸エステル、ポリグリセリン脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンアルキルエーテル等を添加することにより、粉体の分散性が良好となり、粉体の再凝集による沈殿を防止できる。

【0097】また、セラミック材料が表面に形成された $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉とは、銀パラジウム、白金、パラジウム、ニッケル、銅、亜鉛等の金属表面にメッキ法、ゾルゲル法、真空蒸着法等で、金属表面にチタン酸バリウム等のセラミック材料を表面の一部（もしくは全面）に形成させたものであり、金属粉にセラミック材料を付着させておくことでより均一に分散もしくは分散しあうため、電極インキが沈殿しにくくなる。また電極インキ内に金属酸化物粉を均一分散させておくことで、積層セラミック電子部品を製造する際に、電極インキの焼結温度を高めたり、電極インキの熱膨張係数をセラミック素材に近づけられるため、デラミネーション等の不良の発生防止が可能になると共に、電極インキのコストダウンも可能になる。

【0098】次に、直径 0.5mm のジルコニアビーズを用いて3時間分散する。その後、ボア径が $5\mu\text{m}$ のメンブランフィルタを用いてろ過して粘度を2ボイズとした有機溶剤系の電極インキを作成する。次に実施の形態1で説明した方法で作成した厚み $10\mu\text{m}$ のセラミック生シートの上に、セラミック材料が表面に形成された $10\mu\text{m}$ 以下の金属粉よりなる電極インキをインキジェット方法で作成し、この内部電極の印刷されたセラミック生シートを500層積層した。必要に応じて最上面及び最下面にセラミック生シートを上方よりプレス装置により加圧圧着させてセラミック生積層体を形成する。

【0099】最後に、このセラミック生積層体を所望する寸法に切断した後、内部電極であるインキパターンと

電氣的に接続する外部電極を形成し、積層セラミック電子部品を作成するものである。

【0100】比較のために、セラミック材料が表面に形成されていない電極インキと、セラミック材料が表面に形成された金属粉入りの電極インキを用いて作成した積層セラミック電子部品のコストを比較したところ、セラミック材料が表面に形成された金属粉を入れることで、原料費で10%以上コストダウンできると共に焼結歩留まりを高めることができた。

【0101】(実施の形態6) 実施の形態6では、電子部品用電極インキの製造方法について説明する。まず、金属粉として、粒径 $1\mu\text{m}$ の銀粉末100g、有機溶剤100gを添加した。また分散剤1g、可塑剤として高沸点有機溶剤2gを添加した。次に、直径2mmφのジルコニアビーズを用いて、1時間分散させ、ろ過し粘度0.1ポイズの電極インキを作成した。次に、フェライト生シートの上に、この銀電極インキをインキジェット方法でコイルパターンを形成し、このコイルパターンの形成されたフェライト生シートを5層積層した。次に誘電体ガラス生シートの上に、この銀電極インキをインキジェット方法でコンデンサパターンを形成し、このコンデンサパターンの形成された誘電体ガラス生シートを5層積層した。次にフェライト生シートと誘電体ガラス生シートを途中に拡散防止層を挟み加圧圧着させてセラミック生積層体を形成する。

【0102】最後に、このセラミック生積層体を所望する寸法に切断した後、内部電極であるインキパターンと電氣的に接続する外部電極を形成し、積層LCフィルタ電子部品を作成するものである。

【0103】なお、電子部品用電極インキをビーズミルを用いて製造する際には、 $0.01\mu\text{m}$ φ以上 10mm φ以下のビーズを用いることが望ましい。 $0.005\mu\text{m}$ 以下のビーズでは分散後にビーズを除去することが難しい。また、 15mm φ以上のビーズでは分散効率が悪くなると共に金属粉が変形してしまうことがある。またこうしたビーズを用いる場合は、市販の電動式の縦型や横型のビーズミルあるいは回転架台等にセットして用いるボールミルを用いることができる。またこうしたミルの回転数は 10rpm 以上 2000rpm 以下が望ましい。ビーズミルが 5rpm 以下では分散効率が落ち実用的でない。また 3000rpm を超える高速のビーズミルではビーズどうしの衝突が激しくなり、分散効率が落ちると共にビーズ寿命が短くなりインキに不純物が入りやすくなる。

【0104】なお電子部品用電極インキに、ガラス粉を添加することでアルミナ基板等に対する密着力を向上できる。ここでガラス粉としては、 $\text{Pb-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ を添加できる。あるいは酸化ビスマス、酸化銅、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、酸化マンガン等を添加しても良い。こうして作成し

た銀電極を用いた角チップ抵抗器の製造方法の一例について説明する。

【0105】まず、予め縦横に割溝を有するアルミナ基板等のシート基板の縦横の近傍に、この銀電極をインキジェット装置により上面電極層を形成する。次にこの上面電極層を跨ぐように抵抗体を形成する。最後にこの抵抗体を覆うようにガラスや樹脂で保護層を形成する。最後に個片に分割して、必要に応じて側面電極を覆うようにメッキ層を形成し、角型チップ抵抗器を製造することができる。なお、ここで、抵抗体やガラス、樹脂もインキジェットで形成してもよい。

【0106】(実施の形態7) 実施の形態7では、電子部品用電極インキの製造方法について説明する。まず、金属粉として、粒径 $1\mu\text{m}$ の銅粉末100g、有機溶剤100gを添加した。また分散剤1g、可塑剤として高沸点有機溶剤2gを添加した。次に、市販の自動乳鉢で30分間分散させた後、圧力 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上 $3000\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下の圧力で、硬質材料でなる治具を有した高圧分散装置を用いて、分散させた後、ろ過し粘度0.1ポイズの電極インキを作成した。

【0107】次に、フェライト生シートの上にこの銀電極インキをインキジェット方法でコイルパターンを形成し、このコイルパターンの形成されたフェライト生シートを5層積層した。次に誘電体ガラス生シートの上にこの銀電極インキをインキジェット方法でコンデンサパターンを形成し、このコンデンサパターンの形成された誘電体ガラス生シートを5層積層した。次にフェライト生シートと誘電体ガラス生シートを途中に拡散防止層を挟み、加圧圧着させてセラミック生積層体を形成する。

【0108】最後に、このセラミック生積層体を所望する寸法に切断した後、内部電極であるインキパターンと電氣的に接続する外部電極を形成し、積層LCフィルタ電子部品を作成するものである。

【0109】図6を用いて電子部品用電極インキの製造方法について説明する。図6は高圧分散装置の一例を示す図である。図6において、27はホッパー、28は圧力発生部、29は分散部、30は冷却部、31はインキ排出口である。まず、ホッパー27から投入されたインキ(図6には示していない)は分散部29に送られる。圧力発生部28の内部には油圧ポンプ等が内蔵されており、圧力発生部28に発生した圧力は分散部29に送られる。分散部29の内部に送られたインキは分散部29の内部で高圧分散され、冷却部30の内部で冷却された後、インキ排出口31から排出される。電子部品用電極インキは、必要に応じて複数回この高圧分散装置を通すことでより高度に分散させられる。こうした高圧分散装置としては、米国ゴーリン社のホモジナイザー、米国マイクロフルイダイザー社のマイクロフルイダイザー、日本スギノマシン株式会社のアルティマイザー、日本ナノマイザー社のナノマイザー等の市販品を用いることもで

きる。

【0110】図7は、高圧分散装置の分散部の内部の一例を示すものであり、32は硬質材料であり、磨耗を防ぐために超高金属やセラミック、ダイヤモンド等を用いることができる。図7(A)は、インキを硬質壁に打ち当てて分散させる場合、図7(B)は複数の口から噴出させたインキどうしを打ち当て分散する場合である。図7(A)において、硬質材料32に形成されたインキ通路の内部を、電極インキが矢印の方向に高速で流れ、硬質材料32に高速で打ち付けられて分散される。また図7(B)において、硬質材料32に形成された複数のインキ通路の内部を電極インキが矢印の方向に高速で流れ、インキどうしが高速で打ち当てられ合流されて分散される。なお分散部の内部は図7に示した以外の形状であっても良いが、インキジェットに用いる電子部品用電極インキを製造する場合、圧力は 5 kg/cm^2 以上 3000 kg/cm^2 以下であることが望ましい。圧力が 5 kg/cm^2 未満の場合はインキの分散が不充分であり、インキジェット装置内部でインキが沈殿したり、再凝集することがある。また圧力 4000 kg/cm^2 以上の場合、高剛性の装置となり製造コストが高くなると共に一層の安全対策が必要となる。

【0111】(実施の形態8) 実施の形態8では、電子部品用電極インキの製造方法について説明する。まず、電極インキとしては、金属粉として粒径 $1\text{ }\mu\text{m}$ の銅粉末 100 g 、有機溶剤 100 g を添加した。また分散剤 1 g 、可塑剤として高沸点有機溶剤 2 g を添加した。次に、市販の自動乳鉢で30分間分散させた。次に、この電極インキを市販のポリ瓶に入れ、超音波分散機にセットし、超音波分散した。

【0112】なお超音波分散は、電子部品用電極インキの製造時のみならず、インキジェット装置で印刷する工程において用いても良い。例えば、図4における恒温槽21として市販の超音波水槽を用いることができる。こうすることにより、必要に応じインキタンク20を常時超音波分散させることができ(同時にスターラー等を用いて攪拌させてもよい)、更にインキの沈殿や再凝集が防止できる。また超音波分散することで、電子部品用電極インキ内部に溶解している溶存酸素等も除去でき、電子部品用電極インキ中の気泡発生防止が可能になり、インキジェット装置を気泡で詰める心配が無い。

【0113】なお、電子部品用電極インキを製造する際には、超音波発振子を直接インキ内部に挿入する超音波発生装置を用いることでより短時間にインキを分散させられる。また完成した電子部品用電極インキをインキジェット装置を用いて印字する際には、前述した水槽付き超音波発生装置を用いることで、インキタンクの外から超音波分散できるためインキ内部に不純物やごみ等の混入が無い。なお、超音波分散時間としては、1秒以上10時間以下が望ましい。0.5秒以下では、超音波分散

の効果が無い。また10時間を超える超音波分散は、効率的では無く、超音波分散設備の寿命を落とすことがある。

【0114】(実施の形態9) 実施の形態9では、電子部品用電極インキの製造方法について説明する。まず電極インキとしては、金属粉として粒径 $1\text{ }\mu\text{m}$ の銅粉末 100 g 、有機溶剤 100 g を添加した。また分散剤 1 g 、可塑剤としてフタル酸系有機溶剤 2 g を添加した。次に、市販の自動乳鉢で30分間分散させた。次に、この電極インキを市販のポリ瓶に入れ、高速分散装置にセットし高速分散した。

【0115】図8は回転分散機の一例を示すものである。図8において電子部品用電極インキ15は、タンク33の中にセットされる。また34は回転装置であり、先端に治具35が取付けられている。回転装置34に内蔵されたモーターにより治具35は矢印の方向に高速回転させタンク33内の電子部品用電極インキ15を分散する。また36はタンク33の底縁の曲率であり、図8に示すように一定以上の曲率を持たせている。具体的には直径 5 mm 以上の曲率36をタンク33の底縁に持たせることが望ましい。タンク33の底縁の曲率36が 1 mm 以下の場合、この部分でのインキの対流が阻害され分散不足になる可能性があり、電子部品用電極インキの分散には望ましくない。なお回転装置34の回転速度は、電子部品用電極インキの製造時においては 600 rpm 以上 10000 rpm 以下が望ましい。 500 rpm 以下の低速の場合、インキの分散が不充分な場合がある。また 10000 rpm 以上の高速分散を行う場合設備が特殊で大掛りになり取扱いが難しくなる。

【0116】なお回転分散機は、電子部品用電極インキの製造時のみならず、インキジェットで印刷する工程において用いても良い。例えば、図4におけるインキタンク20の代わりに図8のタンク33を用い、更に回転装置34の先端に取付けた治具35によって、インキタンク20内部の電子部品用電極インキ15を攪拌できる。なおこうしたインキジェット印刷工程で電子部品用電極インキ15を攪拌する場合(インキが充分分散されており、沈殿防止や再凝集防止だけを目的とするため)、回転装置34の回転速度は 6 rpm 以上 600 rpm 以下が望ましい。 4 rpm 以下の場合インキの沈殿防止が不充分な場合がある。また 1000 rpm を超える場合、インキが低粘度のため気泡を巻き込みやすくなる。

【0117】なお、自動時乳鉢の代わりに市販のニーダー、ブレキサー、プラネタリーミキサー等の高粘度用分散機を用いても良い。こうした分散機で分散を行うことでより溶剤量の少ない状態で分散できるため、インキの製造コストを下げられる。また、治具35には色々な材質や形状のものが市販されており、これらに用途に応じて選べる。

【0118】(実施の形態10) 実施の形態10では、

インキジェット装置の洗浄について説明する。特に電子部品用電極インキの場合、微細な金属粉末が添加されているため、図4で説明したようなインキ循環機構付きのインキジェット装置を用いた場合でも、第1のチューブ22や第2のチューブ25、吸引機構23、インキジェットヘッド16の内部に金属粉末が付着、残留することがある。こうした残留物は、印字品質を落とすことがある。そのため必要に応じて、インキジェット装置を洗浄することが望ましい。

【0119】図9は本発明のインキジェット装置の洗浄装置である。図9において、37a、37bは切替バルブ、38a、38bは洗浄液チューブ、39は洗浄液タンクである。まず通常の電子部品用電極インキの印字の場合は、インキタンク20に入れられた電子部品用電極インキ15が第1のチューブ22を介して引き込まれ、フィルター24により凝集物が除去され、インキジェットヘッド16よりインキ小滴18を介して外部に噴出される。そしてインキジェットヘッド16で噴出されなかった電子部品用電極インキ15は第2のチューブ25を介してインキタンク20に回収される。

【0120】次に実施の形態10での本装置における洗浄手順を説明する。まず切替バルブ37a、37bをインキタンク20から洗浄液タンク39へ切替える。こうして洗浄液タンク39の内部の洗浄液が洗浄液チューブ38aを通り、切替バルブ37aを介してフィルター24を通りインキジェットヘッド16に送られる。更にインキジェットヘッド16から洗浄液を噴出することにより、インキジェットヘッド16のインキ噴出口付近を洗浄する。

【0121】次にインキジェットヘッド16で噴出されなかった洗浄液は、第2のチューブ25を洗浄しながら、切替バルブ37bを介して洗浄液チューブ38bに送られ洗浄液タンク39に回収される。

【0122】このようにして第1のチューブ22、第2のチューブ25を介して洗浄液を循環させることで、インキジェットヘッド16やチューブ内部を洗浄できる。なお、切替バルブ37a、37bの取付け位置を工夫することで、フィルター24の内部に洗浄液を流さずにインキジェットヘッド16のみを洗浄してもよい。またインキジェットヘッド16を洗浄した洗浄液は、第2のチューブ25を通して洗浄液タンク39に返すのではなく、全量をインキジェットヘッド16から噴出することもできる。このようにして必要な部分だけを選択的に自動洗浄できる。

【0123】なお、本発明において一つのインキタンクから複数の電子部品印刷用インキジェット装置へ同じ電子部品用インキを循環させることができる。このようにすると、複数台の電子部品印刷用インキジェット装置間の電子部品の特性バラツキを吸収できると共に少量のインキを効率良く用いることができる。

【0124】また、電子部品用電極インキの循環はポンプ以外にエア圧力等を用いることができる。この場合、インキを加圧タンクに入れ、空気や窒素ガスを入れて加圧することで容易に実行できる。

【0125】また電子部品用電極インキは、常時循環させる必要はない。例えばインキジェットで印字している最中は必要に応じて止めても良い。こうすることで、印字最中にインキの噴出量がインキ循環の影響を受けない。また印字最中でも例えば単方向印字の際のキャリッジリターン時間、双方向印字のヘッド移動時間等の短い時間であってもインキを循環させられる。また単位時間当りのインキ循環量（もしくはインキ流量）を、印字状態で変化させても良い。例えば、基板交換や基板搬送等の印字していない間はインキ流量を多くし、高精度の印字を行っている間はインキ流量を少なくしてもよい。またインキ流量をわざと多くしたり、インキの搬送圧力を上げることで、インキ噴出部から電子部品用電極インキを外部からの電気信号無しにポタポタあるいは霧状に多量に噴出できる。こうしてインキ噴出部をクリーニングすることができる。

【0126】（実施の形態11）実施の形態11では電子部品の印字に用いられるインキジェット洗浄液について説明する。水系の電子部品用電極インキの洗浄には水100gに対して洗剤を0.01g以上200g以下添加したものが、有機溶剤系の電子部品用電極インキの洗浄にはアルコールや酢酸ブチル等の有機系の溶剤100gに有機用洗剤0.01g以上200g以下を添加したものが使える。このように洗剤を添加することで、内壁等に付着している粉体成分であっても容易に除去できる。また、洗浄液を流した後は水もしくは有機溶剤を循環させることで、残留洗剤成分を除去することができる。また洗浄液には、洗剤以外に電子部品用電極インキに用いている分散剤や添加剤等を添加しても良い。電子部品用電極インキに用いている成分を添加しておくことで、残留成分が残ったとしても問題が発生しにくい。また分散剤中に金属塩が含まれてる場合、インキジェット装置内部に残留する可能性がある。こうした場合は、金属塩の含まれていないもの（例えば、ポリオキシエチレン付加非イオン界面活性剤や、アンモニウム塩タイプの界面活性剤）を選ぶことが望ましい。またEDTAやNTA等のキレート剤やキレート樹脂を用いることで、金属イオンを除去することもできる。

【0127】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、沈殿体や凝集体の発生しやすい高濃度の電子部品用電極インキでも安定してインキジェットで印字できる。このため、積層セラミックコンデンサを始めとする積層セラミック電子部品のみならず、高周波部品、光学部品、LCフィルタ、3次元複合化電子部品、各種半導体との複合デバイス等の電子部品を必要な時必要なだけ短時間に製造でき

ると共に、製品の低コスト化、高歩留まり化、高信頼化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】各種電子部品用電極インキの沈殿の様子を示す図

【図2】各種電子部品用インキの沈殿測定の一例を示す図

【図3】本発明の実施の形態1における積層セラミック電子部品の製造方法を説明する図

【図4】実施の形態1におけるインキジェット装置を説明する図

【図5】実施の形態1におけるインキジェット装置と従来のインキジェット装置との印刷安定性を比較する図

【図6】高圧分散装置の一例を示す図

【図7】高圧分散装置の分散部の内部の一例を示す図

【図8】回転分散機の一例を示す図

【図9】本発明のインキジェット装置の洗浄装置の一例を示す図

【図10】従来のセラミック生シートの上に電極インキをインキジェットで噴射する様子を示す図

【符号の説明】

10 ガラス管

11 電極液

12 上澄み層

13 ベースフィルム

14 セラミック生シート

15 電子部品用電極インキ

16 インキジェットヘッド

17 素子

18 インキ小滴

19 インキパターン

20 インキタンク

21 恒温槽

22 第1のチューブ

23 吸引機構

24 フィルター

25 第2のチューブ

26 調整用吸引機構

27 ホッパー

28 圧力発生部

29 分散部

30 冷却部

31 インキ排出口

32 硬質材料

33 タンク

34 回転装置

35 治具

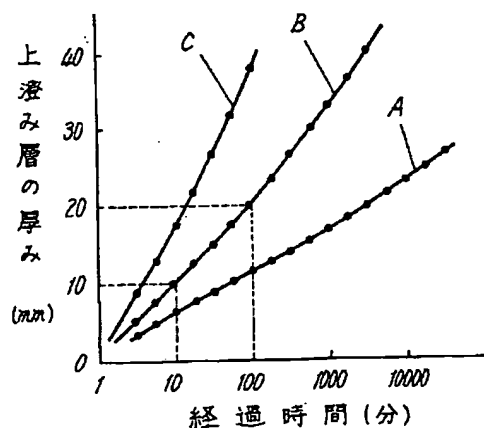
36 曲率

37 a, 37 b 切替バルブ

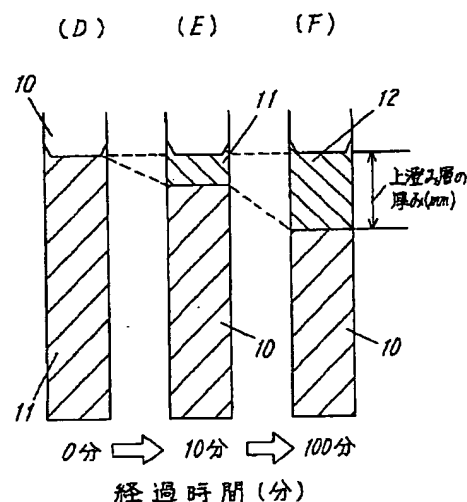
38 a, 38 b 洗浄液チューブ

39 洗浄液タンク

【図1】

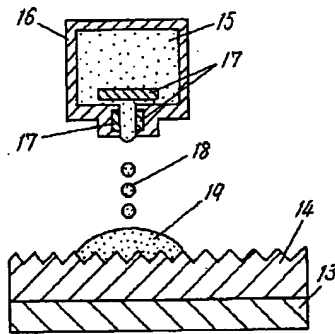


【図2】

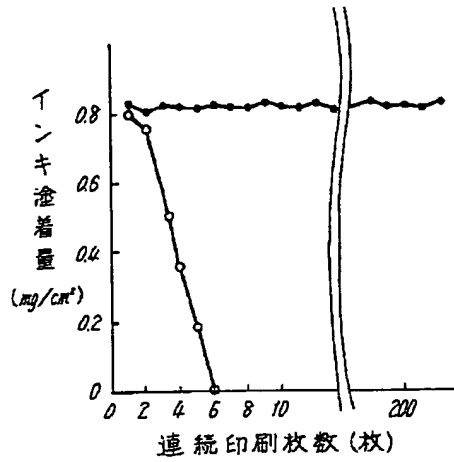


【図3】

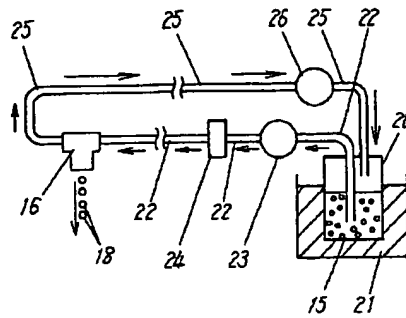
- 13 ベースフィルム
- 14 セラミック生シート
- 15 電子部品用電極インキ
- 16 インキジェットヘッド
- 17 素子
- 18 インキ小滴
- 19 インキパターン



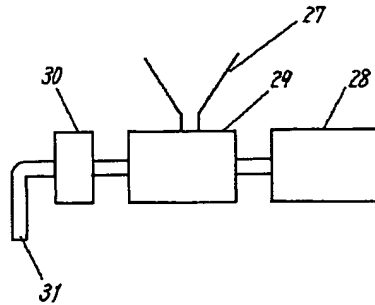
【図5】



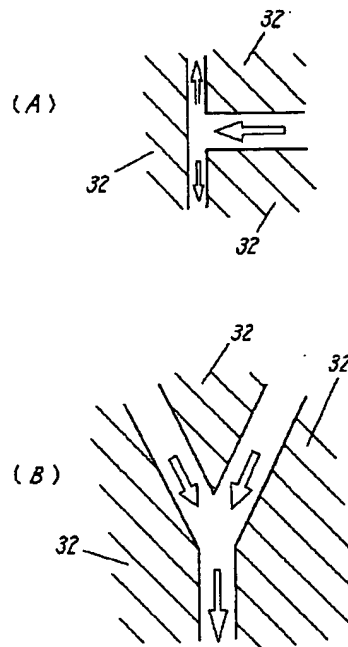
【図4】



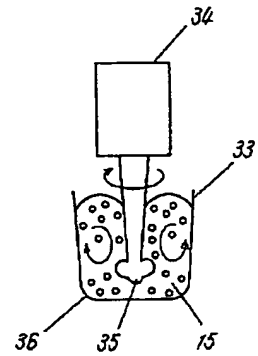
【図6】



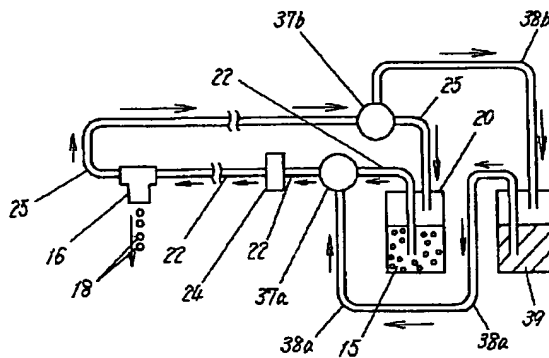
【図7】



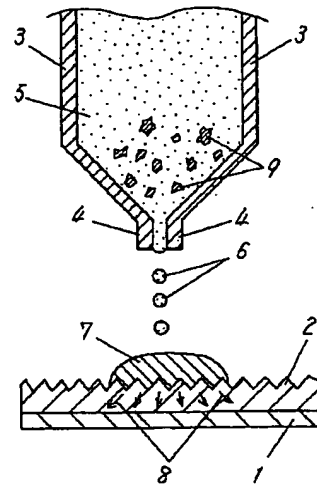
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
C11D 17/08

識別記号

F I
B41 J 3/04ターム(参考)
101 Z

Fターム(参考) 2C056 EA21 EA24 FA03 FA04 FA10
 FA11 FB01 FB08 FC01 FC04
 HA46 JC04 JC06 KA08 KB04
 KB10 KB16 KB21 KB26 KD01
 2H086 BA01 BA02 BA05 BA15 BA19
 BA23 BA52 BA53 BA59 BA60
 BA61 BA62
 4H003 AC06 AE04 BA12 DA12 DA15
 DB03 EB09 EB15 EB16 EB30
 EB32 ED02 ED28 ED32
 4J039 AB07 AD05 AD08 BA06 BA12
 CA06 GA16 GA24